

УДК 616.314-72:616-76

3.1.7 Стоматология

DOI: 10.37903/vsgma.2024.4.15 EDN: MJPDSK

**СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИИ, ПРЕДОТВРАЩАЮЩИЕ ХОЛОДОВЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЗУБОВ****© Ураков А.Л.<sup>1</sup>, Решетников А.П.<sup>1</sup>, Решетников Я.А.<sup>1</sup>, Пожилова Е.В.<sup>2</sup>, Новиков В.Е.<sup>2</sup>, Габдрафикова К.Р.<sup>3</sup>, Габдрафиков Р.Р.<sup>4</sup>, Габдрафиков Д.Р.<sup>4</sup>**<sup>1</sup>Ижевская государственная медицинская академия, Россия, 426034, Ижевск, ул. Коммунаров, 281<sup>2</sup>Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28<sup>3</sup>Казанский федеральный университет, Россия, 420008, Казань, ул. Кремлевская, д. 35, корп. 1<sup>4</sup>Стоматологическая клиника «Дентал Форте Элит», Россия, 423803, Набережные Челны, просп. Набережночелнинский, 10Б*Резюме***Цель.** Анализ эффективности стоматологических устройств и технологий, предотвращающих холодовые повреждения зубов.**Методика.** Сбор и анализ данных литературы и результатов собственных исследований по изучению устойчивости зубов к холодовым воздействиям и разработке стоматологических устройств и технологий, предотвращающих холодовые повреждения зубов.**Результаты.** Вдыхание холодного воздуха открытым ртом при низкой температуре окружающей среды угрожает поражением зубов, что сопровождается зубной болью и завершается механическим повреждением зубов вследствие кристаллизации воды, входящей в состав их тканей. Опасность поражения зубов повышается при увеличении мороза, ветра, снегопада и продолжительности вдыхания холодного воздуха открытым ртом. Рассматривается патогенез холодовых травм зубов и перечень современных устройств и технологий, направленных на профилактику холодовых поражений зубов. Обсуждается сущность различных технологий и их эффективность в условиях воздействия холодного воздуха на зубы. Отмечаются особенности теплоизоляции здоровых зубов, а также зубов с установленными на них брекетами.**Заключение.** Применение специальных декоративных теплоизоляционных наклеек на зубы обеспечивает тепловую изоляцию зубов при вдыхании морозного воздуха и предотвращает холодовые травмы зубов. Внедрение таких стоматологических устройств в повседневную практику с целью предупреждения холодового повреждения зубной эмали и развития холодовой зубной боли у полярников, нефтяников, газовиков и других специалистов, работающих на открытом воздухе в зимнее время года в условиях северных широт, Арктики, Антарктики и/или высокогорья, а также у военнослужащих при выполнении боевых заданий и спортсменов, занимающихся зимними видами спорта, представляется важной медико-социальной задачей.**Ключевые слова:** зубы, холодовые травмы зубов, профилактика, теплоизоляционные зубные наклейки.**DENTAL DEVICES AND TECHNOLOGIES THAT PREVENT COLD DAMAGE TO TEETH****Urakov A.L.<sup>1</sup>, Reshetnikov A.P.<sup>1</sup>, Reshetnikov Ya.A.<sup>1</sup>, Pozhilova E.V.<sup>2</sup>, Novikov V.E.<sup>2</sup>, Gabdrifikova K.R.<sup>3</sup>, Gabdrifikov R.R.<sup>4</sup>, Gabdrifikov D.R.<sup>4</sup>**<sup>1</sup>Izhevsk State Medical Academy, 281, Kommunarov St., Izhevsk, 426034, Russia<sup>2</sup>Smolensk State Medical University, 28, Krupskaya St., Smolensk, 214019, Russia<sup>3</sup>Kazan Federal University, building 1, Kremlevskaya St., 35, Kazan, 420008, Russia<sup>4</sup>Stomatology clinic "Dental Forte Elite", Naberezhnye Chelny Avenue, 10B, 423803, Naberezhnye Chelny, Russia*Abstract***Objective.** Analysis of the effectiveness of dental devices and technologies that prevent cold damage to teeth.

**Methods.** Collection and analysis of literature data and the results of our own research on the study of dental resistance to cold influences and the development of dental devices and technologies that prevent cold damage to teeth.

**Results.** Inhaling cold air with an open mouth at low ambient temperature threatens tooth damage, which is accompanied by toothache and ends with mechanical damage to the teeth due to the crystallization of water, which is part of their tissues. The risk of tooth damage increases with an increase in frost, wind, snowfall and the duration of inhaling cold air with an open mouth. The pathogenesis of cold injuries of teeth and a list of modern devices and technologies aimed at preventing cold lesions of teeth are considered. The essence of various technologies and their effectiveness in conditions of exposure to cold air on teeth are discussed. The features of thermal insulation of healthy teeth, as well as teeth with braces installed on them, are noted.

**Conclusion.** The use of special decorative thermal insulation stickers on teeth provides thermal insulation of teeth when inhaling frosty air and prevents cold injuries to teeth. The introduction of such dental devices into everyday practice in order to prevent cold damage to tooth enamel and the development of cold toothache in polar explorers, oil workers, gas workers and other specialists working outdoors in winter in conditions of northern latitudes, the Arctic, Antarctica and/or highlands, as well as in military personnel when performing combat missions and athletes Those involved in winter sports seem to be an important medical and social task.

*Keywords:* teeth, cold injuries of teeth, prevention, thermal insulation dental stickers.

## Введение

В морозную погоду люди подвержены воздействию низких температур с вероятностью обморожения различных частей тела. Холодовым травмам чаще всего подвержены открытые участки тела, такие как лицо и руки. Так, в области головы часто наблюдается обморожение носа, ушей и щек [33, 42]. В области конечностей холодовые травмы чаще всего возникают в пальцах рук [39]. Причем местное охлаждение конечностей начинается с кончиков пальцев [35].

При вдыхании холодного воздуха открытым ртом отмечается локальное охлаждение твердых и мягких тканей ротовой полости и этот процесс начинается с области преддверия полости рта [17]. В таких условиях, возможно, холодовое повреждение зубов. Давно отмечено, что вдыхание холодного воздуха и/или питье холодной воды может вызвать зубную боль, а повторные длительные перепады температуры в полости рта способствуют разрушению зубной эмали [13, 23]. Одновременно с этим могут появиться холодовые повреждения других частей тела [24, 33].

Особенно велика вероятность холодового поражения зубов у людей, которые по долгу своей работы вынуждены долгое время находиться в экстремальных условиях низких температур на открытом воздухе. Это полярники, работники нефтегазовой отрасли, геологи, охотники, рыбаки, военнослужащие и некоторые спортсмены, выполняющие различные виды работ и проводящие спортивные тренировки за пределами помещений в условиях Арктики, Антарктики и/или высокогорья в зимнее время года [34, 44]. Высокая потребность в кислороде вынуждает их часто и глубоко дышать через открытый рот. Вдыхание холодного воздуха открытым ртом угрожает поражением зубов, которое сопровождается зубной болью и завершается механическим повреждением зубов вследствие кристаллизации воды, входящей в состав их тканей. Опасность холодового поражения зубов повышается при увеличении мороза, ветра, снегопада и продолжительности вдыхания холодного воздуха открытым ртом.

Поэтому для акклиматизации данной категории людей, планирующих выезд в места, расположенные в северных широтах или имеющие высокие горы со снегом на них, рекомендуется проходить обследование и тренировки в специальных модельных условиях, где они дышат холодным воздухом [14, 30]. Для повышения устойчивости организма к экстремальным воздействиям, включая низкие температуры, низкое атмосферное давление с недостаточным содержанием кислорода, людям назначают общетонизирующие средства, стимуляторы адаптации, антигипоксанты [3, 4, 5], проводят гипоксическое и фармакологическое прекондиционирование [1, 2].

Установлено, что вероятность локального охлаждения периферических тканей существенно повышается в условиях гипоксии. Это объясняется тем, что организм человека адаптируется к условиям гипоксии путем уменьшения периферической микроциркуляции [10, 37, 40]. Например,

у здоровых добровольцев при гипоксии регистрировалось локальное охлаждение в кончиках пальцев [37]. Влияние гипоксии на локальную температуру зубов у людей на холоде остается недостаточно изученным.

При интенсивных и длительных физических нагрузках, выполняемых на пределе физиологических возможностей, так или иначе развивается гипоксия [36]. Эти данные указывают на то, что на морозе охлаждение открытых участков тела может происходить не только от их непосредственного охлаждения холодным воздухом, но и от снижения периферической микроциркуляции в них, что уменьшает доставку теплой артериальной крови. Спазм сосудов, возникающий при ухудшении периферической микроциркуляции в тканях открытых и охлажденных частей тела, в том числе зубов, может вызвать в них "холодовую" боль. Однако современный перечень болезней и травм людей, работающих на открытом воздухе в морозную погоду, не включает холодное повреждение зубов [16, 19, 29]. Отсутствуют исследования, направленные на изучение взаимосвязи между состоянием зубов и их многократным повторным локальным охлаждением у полярников, осваивающих Арктику и Антарктику. До сих пор не разработаны методы защиты зубов от холодовой зубной боли и от холодовых повреждений. Вместе с тем, установлено, что у людей, живущих в холодных условиях, кариес встречается чаще и он поражает преимущественно премоляры [31]. Это может объясняться тем, что холодный воздух наиболее интенсивно поступает в ротовую полость с боков, а не посередине открытого рта.

В последние годы актуальность проблемы холодового поражения зубов возросла еще и потому, что среди полярников растет число пожилых людей, кому были установлены титановые имплантаты, металлокерамические или керамические коронки в полости рта. С другой стороны, среди молодежи, занимающейся зимними видами спорта, растет число людей с брекетами, которые не адаптированы к вдыханию морозного воздуха открытым ртом. Указанные стоматологические конструкции не защищают твердые и мягкие ткани полости рта от холодового повреждения при вдыхании холодного воздуха открытым ртом, скорее наоборот. Однако влияние современных зубных конструкций на холодовое повреждение зубов людей при вдыхании морозного воздуха до конца не изучено [32]. Кроме того, зимняя форма одежды военнослужащих, спортсменов, полярников и всех тех, кто долгое время вынужден находиться в условиях низких температур, не включает в себя специальные теплоизоляционные материалы для защиты зубов от повреждения холодом [20, 22, 25].

В связи с вышеизложенным разработка специальных теплоизоляционных стоматологических конструкций, способных предупреждать холодовое повреждение зубов, представляется актуальной и практически значимой для многих категорий граждан, чья жизнедеятельность сопряжена с воздействием низких температур. В научной литературе представлено описание ряда устройств и технологий по этой проблеме.

Цель исследования – анализ эффективности стоматологических устройств и технологий, предотвращающих холодовые повреждения зубов.

**Влияние холодного воздуха на динамику локальной температуры тканей полости рта в норме и при наличии стоматологических конструкций.** Для профилактики холодовых травм на морозе используют специальную зимнюю одежду и зимнее снаряжение. В последние годы предпринимаются попытки разработки подобного снаряжения для теплоизоляции зубов. Для реализации этой цели необходимы адекватные методы оценки состояния зубочелюстной системы [9] и устойчивости зубов и мягких тканей полости рта к экстремальным холодовым воздействиям [12].

Несколько лет назад был разработан оригинальный метод определения индивидуальной устойчивости людей к охлаждению. С его помощью можно проводить оценку устойчивости человека к предстоящему пребыванию на открытом воздухе в морозную погоду (8). Суть метода заключается в том, что с помощью тепловизора проводится измерение локальной температуры в руке человека после ее опускания в воду с тающим снегом на 2 минуты. В случае, когда после локального охлаждения температура в кончиках пальцев равна или превышает температуру центра ладони, делается вывод, что человек обладает высокой устойчивостью к обморожению. Но этот метод неприменим для оценки устойчивости зубов к охлаждению.

В то же время, в стоматологии давно используется метод выявления пораженного кариесом зуба путем местного охлаждения зубов [18]. Метод основан на появлении чувства боли в охлаждаемом зубе. Обычно при наличии кариеса люди сами ощущают появление зубной боли при питье

холодной воды и/или вдыхании холодного воздуха. По этой причине полярники с зубами, пораженными кариесом, вряд ли смогут активно вдыхать холодный воздух с открытым ртом из-за появления в пораженном зубе боли. Люди с брекетами, с зубными коронками и с установленными имплантатами также могут испытывать неприятные ощущения и зубную боль, индуцированные воздействием холода, поскольку стоматологические рекомендации не содержат ограничений, которые были бы связаны с повреждением холодом твердых и мягких тканей полости рта при выходе людей на открытый воздух [11]. Кроме того, при зубной боли люди часто самостоятельно принимают обезболивающие средства (обычно нестероидные противовоспалительные препараты – НПВП) и, после того как лекарство уменьшит зубную боль, продолжают свою обычную деятельность как в помещении, так и на открытом воздухе, независимо от погодных условий и температуры окружающей среды. Однако НПВП не защищают зубы от местного охлаждения, не предохраняют зубную эмаль от холодного разрушения, более того опасны своей гастротоксичностью [15].

Российские стоматологи исследовали динамику локальной температуры в мягких и твердых тканях полости рта у взрослых здоровых добровольцев при вдыхании холодного воздуха открытым ртом в течение 10 минут при температуре воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$  [38]. Результаты исследования показали, что у здоровых взрослых добровольцев локальная температура в твердых и мягких тканях полости рта в условиях комнатной температуры перед выходом на мороз соответствовала физиологической норме и практически не различалась. Затем, после начала вдыхания холодного воздуха открытым ртом, местная температура твердых и мягких тканей начинала очень быстро снижаться. Быстрее всего остывали твердые ткани. При этом у здоровых людей температура тканей в полости рта снижалась равномерно. Было показано, что наиболее быстро и значительно охлаждались установленные металлические зубные коронки и брекеты. У некоторых добровольцев вдыхание морозного воздуха вызывало холодную зубную боль. У таких испытуемых наблюдалась неравномерная динамика снижения локальной температуры тканей в полости рта при их охлаждении морозным воздухом, а в последующем диагностировался кариес.

С помощью инфракрасного мониторинга динамики локальной температуры тканей полости рта было обнаружено, что брекеты в первые несколько дней после установки на зубной ряд могут вызывать местную гипертермию в мягких тканях полости рта [28]. Тщательное исследование этого факта показало, что брекеты способны вызывать местное раздражение внутренней поверхности губ и щек за счет трения, которое усиливается при пережевывании пищи, произношении слов, а также при другой механической активности губ и щек. Выявлено, что брекеты оказывают местное раздражающее действие и вызывают местную гипертермию только в мягких тканях и только в течение 2 недель после их установки. В более позднее время происходит адаптация мягких тканей, и они перестают воспаляться. При этом температура зубов остается нормальной с первого дня установки брекетов [41].

На основании полученных результатов авторы рекомендовали инфракрасную диагностику полости рта, проводимую с помощью тепловизора, для раннего выявления местного раздражающего действия брекетов на мягкие ткани ротовой полости. Отмечается высокая диагностическая значимость такого подхода для выявления локального гипертермического, раздражающего действия брекетов и предупреждения их повреждающего действия на мягкие ткани [27]. Однако диагностическое значение тепловизионного мониторинга этих зубных конструкций, как и их роль при холодных повреждениях тканей полости рта, остается недостаточно изученным.

**Преимущества инфракрасной диагностики в стоматологии.** Вплоть до конца XX века в медицинской практике не было надежных методов бесконтактной термометрии тканей полости рта у людей и животных. Такая возможность появилась только в начале XXI века благодаря внедрению высокоточных тепловизоров. Высокоточные тепловизоры дали возможность изучать динамику локальной температуры зубов, десен, языка, неба и зубных конструкций в открытой полости рта с помощью инфракрасной термографии. Первоначально можно было измерить температуру только передних зубов и десен в преддверии полости рта и только в области передней поверхности. Но затем было показано, что реализация инфракрасной термографии с использованием стоматологического зеркала позволяет измерять и регистрировать локальную температуру тыльной стороны поверхности зубов и десен, а также поверхности неба [21]. Благодаря этому очень скоро свободные десны, прикрепленные десны, зубы и слизистая оболочка альвеол были идентифицированы на тепловизионных снимках. При этом регистрировались различия в температуре между зубами, свободной десной, прикрепленной десной и слизистой оболочкой альвеол.

Сегодня появились и внедрены в клинические исследования тепловизоры и разработаны инфракрасные диагностические технологии, позволяющие регистрировать динамику локальной температуры любого участка поверхности тела человека в широком диапазоне температур окружающей среды, включая холодную погоду и морозные дни [39, 42]. Для таких исследований рекомендуются тепловизоры FLIR, обеспечивающие локальную регистрацию температуры с точностью не менее  $0,01^{\circ}\text{C}$  [26]. При этом можно получить информацию не только о температуре выбранной поверхности, но и о локальной температуре тканей, расположенных под ней на глубине до 1,5 см от исследуемой поверхности [10]. Инфракрасное исследование динамики локальной температуры в области головы человека можно проводить без физического контакта с ним с расстояния нескольких метров, поэтому оно не влияет на дыхание и физическую работоспособность исследуемого [38]. Единственным ограничивающим фактором является видимость исследуемой поверхности. В связи с этим тепловизор позволяет регистрировать температуру тканей полости рта только при открытой полости рта.

**Патогенез холодовой зубной боли.** Механизмы ноцицепции при формировании болевой чувствительности в различных тканях и органах хорошо изучены, что позволило разработать эффективные анальгетические средства и методы борьбы с болью. Однако холодовые повреждения зубов при вдыхании морозного воздуха долгое время не привлекали внимания исследователей. В настоящее время имеется ряд научных исследований о возможных механизмах формирования зубной боли в ответ на холодное воздействие.

Известно, что местное охлаждение тканей вызывает спазм сосудов и чувство боли. При этом охлаждение уменьшает приток теплой крови к данному участку тела, что способствует его более глубокому охлаждению [42]. Установлено, что инициация болевого ощущения, испытываемого после термической стимуляции дентина, коррелирует с потоком жидкости в дентинных канальцах [42]. Деформация пульповой камеры наблюдалась до того, как было зафиксировано заметное изменение температуры на стыке дентин-эмаль. Деформация канальцев приводит к изменениям в потоке жидкости быстрее, чем расширение или сжатие жидкости. Такие изменения, возможно, и приводят к развитию холодовой зубной боли.

Также известно, что у некоторых людей развивается зубная боль после прекращения пребывания на открытом воздухе, то есть после возвращения в комнатные условия. Дело в том, что иногда зубная боль может быть вызвана нарушением адаптации пульповой ткани поврежденного зуба к перепадам температуры [17]. Показано, что это может проявляться повторяющимися эпизодами диффузной, тупой и пульсирующей зубной боли, которая развивается при возвращении к комнатной температуре после длительного пребывания на холоде. Причем, эпизоды такой зубной боли могут длиться до нескольких часов. Также показано, что экранирование пульповой ткани поврежденного зуба за счет увеличения защитного слоя комплекса дентин/эмаль снижает вероятность развития такого болевого синдрома. Авторы данного исследования сделали вывод, что подобная зубная боль развивается из-за сенсibilизации высокой чувствительности ноцицептивных С-волокон к безвредным температурным градиентам.

Следовательно, патогенез индуцированной холодом зубной боли у разных людей может различаться. Тем не менее, во всех случаях причиной холодовой зубной боли является физическое снижение температуры «чувствительного» зуба. В связи с этим можно предположить, что теплоизоляция зубов людей перед выходом их на мороз и перед вдыханием ими холодного воздуха через рот позволит сохранить температуру пульпы зуба, предотвратить холодовой спазм кровеносных сосудов в пульпе зуба, устранить механическое сдавливание болевых рецепторов, расположенных в стенках кровеносных сосудов пульпы зуба, и предотвратить зубную боль. Также вполне вероятно, что теплоизоляция зубов будет предотвращать температурную деформацию зубной эмали.

Давно известно, что высокие спортивные результаты можно получить, вдыхая свежий воздух полной грудью через открытый рот. Поэтому, несмотря на холод и риск обморожения, лыжники, биатлонисты, конькобежцы даже в сильный мороз глотают холодный воздух открытым ртом. В свою очередь, следует отметить, что брекететы, зубные коронки и имплантаты изготавливаются из металла или керамики и обладают высокой теплопроводностью. Поэтому в морозную погоду такие зубные конструкции могут играть роль «холодильника» для зубов спортсменов, занимающихся зимними видами спорта. Из этого следует, что здоровые зубы обладают более высокой устойчивостью к местному охлаждению при вдыхании холодного воздуха через открытый рот, чем поврежденные зубы и зубы с пломбами, коронками и брекетами.

До сих пор зубные конструкции традиционно устанавливаются на зубы без учета воздействия температурного фактора. Однако все активнее обсуждается необходимость разработки стоматологических конструкций для теплоизоляции зубов при вдыхании холодного воздуха в морозную погоду через открытый рот. Это связано с освоением территорий в северных широтах [42]. При вдыхании холодного воздуха через открытый рот именно зубы охлаждаются в первую очередь и наиболее сильно. Очевидно, что для этого нужно покрыть зубы теплоизоляционным материалом и такая конструкция должна иметь хороший эстетический результат, а именно сохранять естественный вид здоровых зубов [41, 43].

**Стоматологические устройства и технологии для тепловой изоляции зубов.** Во избежание холодовой зубной боли и разрушения зубной эмали на морозе полярники, охотники и все те, кто работает в условиях низких температур, используют теплые шарфы, маски для лица и специальные балаклавы, закрывающие рот. Однако такие защитные средства затрудняют дыхание и не всегда подходят для выполнения интенсивной физической работы. Поэтому для жизнедеятельности в таких условиях нужны специальные эстетические устройства для согревания зубов в полости рта. В последние годы в России было предложено несколько способов защиты зубов от холодового повреждения. С этой целью предлагалось использовать специальную зубную капу и даже обычную полиэтиленовую пленку [41]. Однако из-за ряда существенных недостатков они не получили широкого практического применения.

В 2018 г. была разработана специальная декоративная наклейка на зубной ряд с шинированными брекетами (7). Декоративная наклейка на зубной ряд с брекетами содержит клеевой слой, покрытый антиадгезивной пленкой на нижней поверхности, подложку, на которую нанесен цветной рисунок, не меняющий цвет в процессе эксплуатации, и прозрачное покрытие сверху. Наклейка изготавливается из съедобных материалов в виде ленты толщиной 0,01-0,02 мм и шириной 9-12 мм. Подложка непрозрачна, помещается между клеевым слоем и прозрачным покрытием, лицевая сторона подложки плотно покрыта прозрачным покрытием. Рисунок выполнен в виде последовательно расположенных 3D-изображений видимой передней поверхности верхнего и нижнего зубных рядов здорового человека в натуральную величину и охватывает всю площадь подложки. Между соседними изображениями зубного ряда делаются сквозные разрезы в виде пунктирной линии, расположенные поперек ленты и позволяющие ленте полностью разорваться поперек. Адгезивный слой обеспечивает адгезию к твердым и мягким тканям полости рта.

Авторы изобретения отмечают, что лента может быть выполнена в 3D-варианте изображения либо верхних зубных рядов, либо нижних зубных рядов, либо верхних и нижних зубных рядов, расположенных один за другим на ленте попеременно. Кроме этого, ленту с несколькими декоративными наклейками можно хранить и транспортировать в состоянии, в котором она намотана на катушку с большим запасом рабочих участков.

На рис. 1, 2 и 3 схематично изображена декоративная наклейка на зубной ряд с шинированными брекетами. В исходном состоянии перед отделением выбранного сегмента она представляет собой ленту 1, которая в исходном состоянии намотана на катушку 2 и предназначена для нанесения ее либо только на верхний, либо только на нижний зубной ряд, либо на оба, так как содержит соответствующие изображения 3, расположенные одно за другим с наличием сквозных насечек 4 между ними в виде пунктирной линии, расположенной поперек ленты. Декоративная наклейка выполнена в виде ленты, лицевая сторона которой имеет прозрачное покрытие 5, покрывающее непрозрачную подложку 6, под которой находится клеевой слой 7.

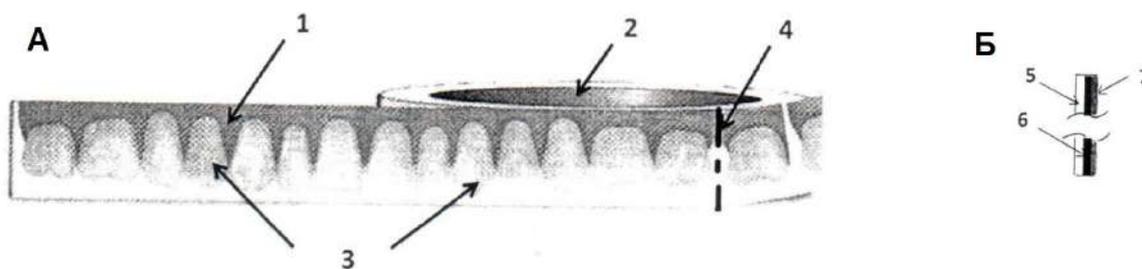


Рис. 1. А – декоративная наклейка в исходном состоянии, В – поперечное сечение декоративной наклейки (масштаб 1:600)

Предлагаемая декоративная наклейка на зубной ряд представляет собой совершенно новое стоматологическое устройство. Оно очень эффективно защищает внутреннюю поверхность губ и щек от раздражающего действия брекетов, а также обеспечивает очень высокий эстетический результат, так как прекрасно маскирует брекеты и имитирует естественные зубы. Но эта декоративная наклейка не имеет слоя с теплоизоляционными свойствами. Поэтому такая зубная наклейка не предназначена для эффективной защиты зубов от повреждения холодом при интенсивном вдыхании морозного воздуха через рот, особенно военнослужащими при выполнении боевого задания и спортсменами во время спортивных соревнований и тренировок.

В связи с этим, декоративная наклейка подверглась модернизации и на ее основе была разработана декоративная наклейка для теплоизоляции зубов (6).

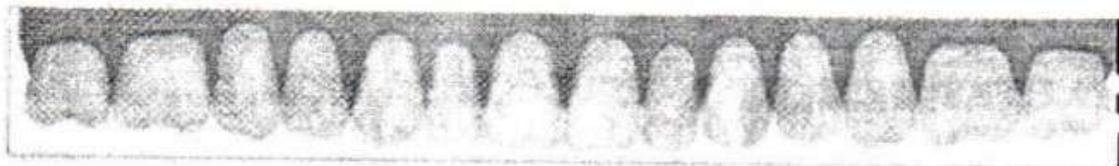


Рис. 2. Отрезок декоративной наклейки, оторванный от основного рулона. На ленте – панорамное 3D-изображение верхнего зубного ряда

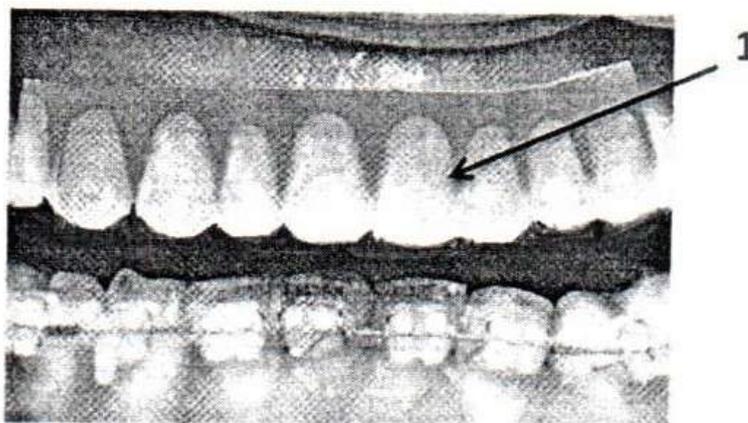


Рис. 3. Декоративная наклейка, наклеенная на верхний зубной ряд

Суть этого инновационного устройства заключается в том, что декоративная наклейка для теплоизоляции зубов изготавливается из съедобных материалов в виде ленты. Эта лента состоит из нескольких слоев. На дне – клеевой слой. Он обеспечивает адгезию к твердым и мягким тканям полости рта и покрыт антиадгезивной пленкой. Над ним помещается слой непрозрачной подложки, на которую, в свою очередь, помещается слой прозрачного покрытия. При этом на верхнюю поверхность подложки наносится цветной узор, который не меняет цвет во время использования. Этот рисунок выполнен в виде последовательных панорамных 3D-изображений видимой передней поверхности верхних и/или нижних зубов здорового человека полностью в натуральную величину. Между соседними изображениями зубов нижней и/или верхней челюсти на ленте выполнены сквозные насечки в виде пунктирной линии. Эти насечки расположены поперек ленты и обеспечивают поперечный разрыв ленты. При этом вся длина ленты полностью наматывается на катушку. Следует добавить, что наклейка изготавливается из материалов, которые не смачиваются слюной и не впитывают ее, а также которые хранятся до, во время и после обдува воздухом при температуре  $+37...-80^{\circ}\text{C}$ . Наклейка не оказывает местного раздражающего действия на мягкие ткани и местного разрушающего воздействия на зубную эмаль и дентин. Лента имеет ширину 13-18 мм, внутри ленты по всей ее ширине и длине над клеевым слоем находится слой пищевой золотой фольги. Над слоем фольги, на половину ширины ленты и по всей ее длине, расположен слой утеплителя толщиной 0,5-1,0 мм, выполненный из теплоизоляционного материала, над слоем которого и по всей поверхности ленты расположен слой белой подложки. Рисунок занимает половину ширины ленты над слоем теплоизоляции и

выполнен с горловинами зубьев, направленными к краю ленты. Половина ширины ленты, свободная от теплоизоляции, имеет толщину 0,11-0,12 мкм.

Разработчики предлагают следующий способ использования теплоизоляционной декоративной зубной наклейки. Наклейка приобретается в аптеке с «нужной» шириной ленты. Перед использованием необходимо почистить зубы и вытереть насухо поверхность на выбранном ряду зубов. Затем снять выбранный сегмент декоративной наклейки с рулона и нанести его на альвеолярную поверхность соответствующего зубного ряда с правильным расположением рисунка зуба, а именно с шейками зубов, направленными в сторону десен. Выровнять ленту, плотно прижать утолщенную половину ее ширины к зубам по всей длине зубного ряда. После этого загнуть тонкую половину ширины наклейки на жевательную и внутреннюю ротовую поверхности зубов, растянуть ленту по выбранным поверхностям и плотно прижать ее к ним. Эти шаги гарантируют надежное прикрепление наклейки к твердым и мягким тканям зубного ряда. После этого можно выходить на мороз и дышать холодным воздухом через открытый рот, не опасаясь появления зубной боли и холодогового разрушения зубной эмали.

## Заключение

Вдыхание холодного воздуха открытым ртом при низкой температуре окружающей среды угрожает поражением зубов, что может сопровождаться зубной болью и завершиться механическим повреждением зубов вследствие кристаллизации воды, входящей в состав их тканей. Опасность поражения зубов повышается при усилении мороза, ветра, снегопада и продолжительности вдыхания холодного воздуха открытым ртом. Периодическое многократное охлаждение зубов морозным воздухом в условиях северных широт, Арктики, Антарктики и высокогорья существенно повышает вероятность холодогового повреждения зубов.

Инфракрасное исследование с помощью тепловизора динамики локальной температуры твердых и мягких тканей полости рта позволяет проводить адекватную оценку устойчивости зубов и мягких тканей полости рта к экстремальным холодовым воздействиям. Мониторинг локальной температуры показал, что быстрее всего на холоде остывают твердые ткани, при этом наиболее быстро и значительно охлаждались установленные на зубы искусственные стоматологические конструкции (зубные коронки и брекеты). Патогенез индуцированной холодом зубной боли у разных людей может различаться. Среди наиболее вероятных механизмов следует выделить деформацию пульповой камеры и дентинных канальцев, а также нарушение адаптации пульповой ткани зуба к перепадам температуры.

Предложено несколько устройств и технологий, направленных на профилактику холодогового поражения зубов. Наиболее приемлемой по показателям эффективности и эстетичности оказалась технология тепловой изоляции зубов с помощью специальных декоративных теплоизоляционных наклеек на зубы. Применение теплоизоляционных наклеек обеспечивает тепловую изоляцию зубов при вдыхании морозного воздуха и предотвращает холодоговые травмы зубов. Внедрение таких стоматологических устройств в повседневную практику с целью предупреждения холодогового повреждения зубной эмали и развития холодоговой зубной боли у полярников, нефтяников, газовиков и других специалистов, работающих на открытом воздухе в зимнее время года в условиях северных широт, Арктики, Антарктики и/или высокогорья, а также у военнослужащих при выполнении боевых заданий и спортсменов, занимающихся зимними видами спорта, представляется важной медико-социальной задачей.

## Литература (references)

1. Новиков В.Е., Левченкова О.С., Пожилова Е.В. Прекодиционирование как способ метаболической адаптации организма к состояниям гипоксии и ишемии // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2018. – Т.17, №1. – С. 69-79. [Novikov V.E., Levchenkova O.S., Pozhilova E.V. *Vestnik Smolenskoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii*. Bulletin of the Smolensk state medical Academy. – 2018. – V.17, N1. – P. 69-79. (in Russian)]
2. Новиков В.Е., Левченкова О.С., Пожилова Е.В. Фармакологическое прекодиционирование: возможности и перспективы // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2020. –

- T.19, №2. – С. 36-49. [Novikov V.E., Levchenkova O.S., Pozhilova E.V. *Vestnik Smolenskoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii*. Bulletin of the Smolensk state medical Academy. – 2020. – V.19, N2. – P. 36-49. (in Russian)]
3. Пожилова Е.В., Евсева О.А., Новиков В.Е., Евсеев А.В. Факторы адаптации к зубным протезам и возможности их фармакологической регуляции // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2016. – Т.15, №3. – С. 101-108. [Pozhilova E.V., Evseeva O.A., Novikov V.E., Evseev A.V. *Vestnik Smolenskoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii*. Bulletin of the Smolensk state medical Academy. – 2016. – V.15, N3. – P. 101-108. (in Russian)]
  4. Пожилова Е.В., Новиков В.Е. Фармакодинамика и клиническое применение нейропептида АКТГ<sub>4-10</sub> // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2020. – Т.19, №3. – С. 76-86. [Pozhilova E.V., Novikov V.E. *Vestnik Smolenskoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii*. Bulletin of the Smolensk state medical Academy. – 2020. – V.19, N3. – P. 76-86. (in Russian)]
  5. Пожилова Е.В., Новиков В.Е., Ураков А.Л. Возможности фармакологической регуляции процессов адаптации к стоматологическим конструкциям // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. – 2017. – Т.15, №2. – С. 12-22. [Pozhilova E.V., Novikov V.E., Urakov A.L. *Obzory po klinicheskoi farmacologii i lekarstvennoi terapii*. Reviews on clinical pharmacology and drug therapy. – 2017. – V.15, N2. – P. 12-22. (in Russian)]
  6. Решетников А.П. Решетников Я.А. Ураков А.Л. Декоративная наклейка для теплоизоляции зубов // Патент на изобретение RU 2698349 C1. Опубликовано 26.08.2019. Бюллетень №24. [Reshetnikov A.P. Reshetnikov Ya.A. Urakov A.L. *Dekorativnaya naklejka dlya teploizolyacii zubov*. Decorative sticker for thermal insulation of teeth // Patent of Russian Federation N2698349 C1. Publication 26.08.2019. Bulletin N24. (in Russian)]
  7. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Габдрафиков Р.Р., Габдрафиков Д.Р. Декоративная наклейка на зубной ряд с шинированными брекетами // Патент на изобретение RU 2654568 C1. Опубликовано 21.05.2018. Бюллетень №15. [Uraikov A.L., Urakova N.A., Gabdrafikov R.R., Gabdrafikov D.R. *Dekorativnaya naklejka na zubnoj ryad s shinirovanny`mi breketami*. Decorative sticker on the dentition with splinted braces // Patent of Russian Federation N2654568 C1. Publication 21.05.2018. Bulletin N15. (in Russian)]
  8. Ураков А.Л. Уракова Н.А. Никитюк Д.Б. Ловцова Л.В. Способ инфракрасной оценки устойчивости пальцев рук к повторному охлаждению // Патент на изобретение RU 2578091 C1. Опубликовано 20.03.2016. Бюллетень №8. [Uraikov A.L. Urakova N.A. Nikityuk D.B. Lovtsova L.V. *Sposob infrakrasnoj ochenki ustojchivosti pal`cev ruk k povtornomu oxlazhdeniyu*. Method of infrared assessment of the resistance of fingers to repeated cooling // Patent of Russian Federation N2578091 C1. Publication 20.03.2016. Bulletin N8. (in Russian)]
  9. Ураков А.Л., Уракова Н.А., Решетников А.П. и др. Искусственный пищевой комок и способ экспресс-оценки состояния зубочелюстной системы с использованием пищевого комка // Патент на изобретение RU 2533840 C2. Опубликовано 20.11.2014. Бюллетень №32. [Uraikov A.L., Urakova N.A., Reshetnikov A.P. et al. *Iskusstvenny`j pishhevoj komok i sposob e`kspress-ocenki sostoyaniya zubochehyustnoj sistemy`s ispol`zovaniem pishhevogo komka*. Artificial food lump and a method for rapid assessment of the condition of the dental system using a food lump // Patent of Russian Federation N2533840 C2. Publication 20.11.2014. Bulletin N32. (in Russian)]
  10. Ammer K. Temperature of the human knee – a review // *Thermology International*. – 2012. – V.22, N4. – P. 137-151.
  11. Bhowmick A., Mukherjee D. Oral hygiene: Key to the oral well-being // *World Journal of Pharmaceutical Research*. – 2021. – V.10, N4. – P. 1-6.
  12. Bottoms L, Price M. The effect of arm training on thermoregulatory responses and calf volume during upper body exercise // *European Journal of Applied Physiology*. – 2014. – V.114, N6. – P. 1113-1122.
  13. Broekhuijzen I., Hodder S., Hupperets M., Havenith G. Investigating the lower ambient temperature limit for pre-cooling to be beneficial for athletic performance // *Extreme Physiology & Medicine*. – 2015. – N4 (Suppl. 1): A2.
  14. Cappaert T.A., Stone J.A., Castellani J.W. et al. National athletic trainers' association position statement: environmental cold injuries // *Journal of Athletic Training*. – 2008. – V.43, N6. – P. 640-658.
  15. Carlos S., Carla G., Angel L. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs and upper and lower gastrointestinal mucosal damage // *Arthritis Research & Therapy*. – 2013. – V.15, N3: S3.
  16. Fudge J. Preventing and managing hypothermia and frostbite injury // *Sports Health*. – 2016. – V.8, N2. – P. 133-139.
  17. Fur-Bonnabesse A.L., Bodéré C., Hérou C. et al. Dental pain induced by an ambient thermal differential: Pathophysiological hypothesis // *Journal of Pain Research*. – 2017. – V.10. – P. 2845-2851.
  18. Hellyer P., Lynch E. The diagnosis of root caries – A review // *Gerodontology*. – 2006. – V.9, N4. – P. 95-102.

19. Joshi K, Goyary D, Mazumder B. et al. Frostbite: Current status and advancements in therapeutics // *Journal of Thermal Biology*. – 2020. – V.93. – P. 102716.
20. Keramidis M.E., Kölegård R., Eiken O. Hypoxia gradually augments metabolic and thermoperceptual responsiveness to repeated whole-body cold stress in humans // *Experimental Physiology*. – 2020. – V.105, N12. – P. 2123-2140.
21. Komoriyama M., Nomoto R., Tanaka R. et al. Application of thermography in dentistry - visualization of temperature distribution on oral tissues // *Dental Materials Journal*. – 2003. – V.22, N4. – P. 436-443.
22. Legrand F.D., Dugué B., Costello J. et al. Evaluating safety risks of whole-body cryotherapy/cryostimulation (WBC): a scoping review from an international consortium // *European Journal of Medical Research*. – 2023. – V.28, N1. – P. 387.
23. Lin M., Liu Sh., Lin N. et al. Analysis of thermal-induced dentinal fluid flow and its implications in dental thermal pain // *Archives of Oral Biology*. – 2011. – V.56, N9. – P. 846-854.
24. Norheim A.J., Sullivan-Kwantes W., Steinberg T. et al. The classification of freezing cold injuries - a NATO research task group position paper // *International Journal of Circumpolar Health*. – 2023. – V.82, N1:2203923.
25. Notley S.R., Mitchell D., Taylor N.A. A century of exercise physiology: concepts that ignited the study of human thermoregulation. Part 3: Heat and cold tolerance during exercise // *European Journal of Applied Physiology*. – 2024. – V.124, N1. – P. 1-145.
26. Perpetuini D., Filippini C., Cardone D., Merla A. An overview of thermal infrared imaging-based screenings during pandemic emergencies // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2021. – V.18, N6. – P. 3286.
27. Reshetnikov A., Kopylov M., Urakov A., Urakova T. Infrared diagnostics of the calluses disease from braces // 13TH Quantitative Infrared Thermography (July 4-8, 2016, Gdansk, Poland): Publishing by Gdansk University of Technology. – 2016. – P. 79-80.
28. Reshetnikov A., Kopylov M., Urakov A., Urakova T. Infrared diagnostics of blistering disease of cheeks and lips // 13TH Quantitative InfraRed Thermography Conference, July 4-8 2016, Gdansk, Poland: Publishing by Gdansk University of Tecnology. – 2016. – P. 80-81.
29. Sachs C., Lehnhardt M., Daigeler A., Goertz O. The triaging and treatment of cold-induced injuries // *Deutsches Ärzteblatt International*. – 2015. – V.112, N44. – P. 741-747.
30. Savioli G., Ceresa I.F., Bavestrello Piccini G. et al. Hypothermia: beyond the narrative review-the point of view of emergency physicians and medico-legal considerations // *Journal of Personalized Medicine*. – 2023. – V.13, N12. – P. 1690.
31. Shaffer J.R., Leslie E.J., Feingold E. et al. Caries experience differs between females and males across age groups in northern Appalachia // *International Journal of Dentistry*. – 2015. – V.248. – P. 1-8.
32. Shul'pekov A.M., Lyamina G.V., Kal'yanova N.V. et al. Current-conducting coatings based on heat-resistant titanium compounds obtained by self-propagating high-temperature synthesis // *Russian Journal of Non-Ferrous Metals*. – 2011. – V.52, N3. – P. 275-279.
33. Steinberg T., Kristoffersen A., Bjerkan G., Norheim A.J. Freezing cold injuries among soldiers in the Norwegian Armed Forces – A cross sectional study // *International Journal of Circumpolar Health*. – 2023. – V.82, N1:2227344.
34. Stöggel T., Pellegrini B., Holmberg H-C. Pacing and predictors of performance during cross-country skiing races: a systematic Review // *Journal of Sport and Health Science*. – 2018. – V.7, N4. – P. 381-393.
35. Sund-Levander M., Forsberg C., Wahren L.K. Normal oral, rectal, tympanic and axillary body temperature in adult men and women: a systematic literature review // *Scandinavian Journal of Caring Sciences*. – 2002. – V.16. – P. 122-128.
36. Torres-Peralta R., Losa-Reyna J., Morales-Alamo D. et al. Increased PIO2 at exhaustion in hypoxia enhances muscle activation and swiftly relieves fatigue: A placebo or a PIO2 dependent effect? // *Frontiers in Physiology*. – 2016. – V.7. – P. 333.
37. Urakov A.L., Alies M.Yu., Nikolenko V.N., Gadelshina A.A. Dynamics of local temperature in the hands of healthy adult volunteers under the influence of frosty air contacting a cold metal object // *Thermology International*. – 2019. – V.29, N2. – P. 73-74.
38. Urakov A., Alies M., Reshetnikov A. et al. Infrared control of thermal insulation of teeth, dental crowns and braces when inhaling cold air with an open mouth in the frosty day // 15th Quantitative InfraRed Thermography Conference, 6-10 July 2020, Porto, Portugal. – 2020. – P. 112.
39. Urakov A.L., Ammer K., Gadelshina A.A. et al. The contribution of infrared thermal imaging to designing a "Winter rifle" – An observational study // *Thermology International*. – 2019. – V.29, N1. – P. 40-46.
40. Urakov A.L., Kasatkin A.A., Ammer K., Gurevich K.G. The dynamics of fingertip temperature during voluntary breath holding and its relationship to transcutaneous oximetry // *Thermology International*. – 2019. – V.29, N2. – P. 65-66.

41. Urakov A., Reshetnikov A., Kopylov M., Gabdrafikov R. Thermal imaging diagnostics of blistering disease of cheeks and lips caused by the braces; new method and apparatus for prevention of this sudden illness // 20th Annual World Dental Summit, 20-22 March 2017. – Rome, Italy: Dentistry, 2017. – V.7, Iss. 1 (Suppl). – P. 33.
42. Urakov A., Urakova N. Finger temperature when shooting from a rifle in the cold: thermal recommendations // Sport Science. – 2020. – V.13, N1. – P. 135-143.
43. Urakov A.L., Urakova N.A., Reshetnikov A.P. et al. Thermal imaging diagnostics of blistering disease of cheeks and lips, which are caused by the brackets, and decorative sticker on the dentition with braces for prevention of this iatrogenic illness // International Journal of Gastroenterology Disorders & Therapy. – 2017. – V.4. – P. 134.
44. Yang J., Li M. Construction characteristics and quality control measures under high altitude and cold conditions // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021: 676012109.

### Информация об авторах

*Ураков Александр Ливиевич* – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России. E-mail: urakoval@live.ru

*Решетников Алексей Петрович* – кандидат медицинских наук, и.о. ассистента кафедры общей и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия» Минздрава России. E-mail: areshetnikov@list.ru

*Решетников Ярослав Алексеевич* – слушатель факультета довузовского образования ФГБОУ ВО Ижевская государственная медицинская академия Минздрава России. E-mail: yarreshetnikov@mail.ru

*Пожилова Елена Васильевна* – кандидат медицинских наук, доцент кафедры ортопедической стоматологии с курсом ортодонтии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: farmfprk@smolgmgu.ru

*Новиков Василий Егорович* – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой фармакологии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: farmfprk@smolgmgu.ru

*Габдрафикова Кадрия Рустемовна* – студентка ФГБОУ ВО «Казанский федеральный университет» Минобрнауки России. E-mail: Kgabdrafikova@gmail.com

*Габдрафиков Рустем Равильевич* – кандидат медицинских наук, главный врач стоматологической клиники «Дентал Форте Элит». E-mail: Gendirector@dental-forte.ru

*Габдрафиков Данияр Рустемович* – врач стоматологической клиники «Дентал Форте Элит». E-mail: Starostakgmgu@mail.ru

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 26.10.2024

Принята к печати 12.12.2024